



MA-1006 INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS NUMÉRICO  
CARTA AL ESTUDIANTE, II CICLO 2018

## Información general

Nombre del curso:	Introducción al análisis numérico
Sigla:	MA-1006
Naturaleza del curso:	Teórico-Práctico
No. de horas presenciales:	5
No. horas estudio independiente:	10
Horas totales:	15
Modalidad:	Semestral
Créditos:	4
Requisitos:	MA-1005, CI-0202
Correquisitos:	Ninguno

### Estimados(as) estudiantes:

Por parte de la cátedra del curso MA-1006: Introducción al análisis numérico, reciba una cordial bienvenida y esperamos que este contribuya significativamente en su formación profesional. En este documento encontrará la información referente a la descripción, objetivos, contenido, evaluación, cronograma y bibliografía del curso.

## 1. Descripción

En este curso presentamos una introducción al estudio de los métodos numéricos. Los métodos numéricos constituyen técnicas mediante las cuales es posible formular problemas matemáticos, de tal forma que se puedan resolver utilizando operaciones aritméticas. Aunque existen muchos tipos de métodos matemáticos, estos comparten una característica común: invariablemente requieren una gran cantidad de cálculos.

Se pretende que el estudiante tenga una introducción a los métodos clásicos y modernos que en la actualidad son empleados para resolver problemas matemáticos que surgen en este campo y en otras ciencias, los cuales no pueden ser resueltos por métodos exactos.

Los contenidos del curso son fundamentalmente matemáticos, sin embargo, algunos de los problemas y ejercicios que se proponen al estudiante, se presentarán en el contexto de la ingeniería, por lo cual, se requiere que el estudiante tenga conocimientos básicos de este campo, los cuales ha adquirido a través de su formación como ingeniero civil.

Formalmente, el requisito es el curso MA-1005, sin embargo es fundamental contar con los conocimientos de los cursos de Cálculo I y II, al igual que los conocimientos del curso de Álgebra Lineal, y el de programación de computadoras.

Parte del curso se desarrollará en los laboratorios de cómputo de la Facultad de Ingeniería, en los cuales se realizarán los trabajos prácticos o la explicación de algunos métodos y algoritmos, la implementación de los algoritmos se hará utilizando el software denominado: MATLAB (MATrix LABoratory).

## 2. Objetivos generales

- Reconocer los principios básicos del análisis numérico.
- Comprender su importancia en la solución aproximada de problemas para los cuales no es posible o no resulta práctico encontrar soluciones exactas.
- Comparar la eficiencia y exactitud de los distintos métodos para un mismo problema.
- Incorporar las herramientas computacionales en la ejecución de algoritmos numéricos y conozcan las limitaciones de los mismos.

## 3. Objetivos específicos

- Dominar los fundamentos teóricos en que se basan los principales métodos numéricos del cálculo en una variable y el álgebra lineal.
- Demostrar el vínculo existente entre la teoría matemática estudiada y la solución de ejercicios prácticos que surgen en el ámbito de la ingeniería.
- Comprender los alcances y limitaciones teóricas asociadas a los métodos numéricos considerados en el curso.
- Adquirir los elementos básicos de uso y la programación en MATLAB.

## 4. Contenidos

### 1. Elementos de programación en MATLAB (1 Semana):

#### 1.1 Ejecución condicional, ciclos.

Aplicar los conceptos básicos de la programación, uso de condicionales y ciclos en MATLAB. Estos incluyen: *if*, *for*, *while*, *do*.

#### 1.2 Manipulación de arreglos.

Manipular matrices y vectores usando MATLAB. Por ejemplo, estudiar como transponer, sumar (restar) y multiplicar matrices. Al igual que poder generar matrices usando ciclos y condicionales.

#### 1.3 Matrices esparcidas en MATLAB\*

Manipular matrices con  $m \times n$  con la mayoría de sus entradas *ceros*.

### 2. Aritmética de precisión finita (1 Semana):

#### 2.1 Punto flotante.

Representar un número en la computadora *punto flotante*.

## 2.2 Error absoluto, error relativo, dígitos significativos.

Medir el error de dicha representación en punto flotante (“error” producido por la representación). Calcular errores de las diferentes representaciones utilizadas.

## 2.3 Operaciones aritmética en precisión finita.

Estudiar las operaciones: suma, resta, multiplicación y división de las representaciones utilizadas. Poder aproximar la representación numérica luego de hacer las operaciones básicas.

## 2.4 Propagación del error.

Utilizar el truncamiento y redondeo para obtener valores representables al conjunto de números reales de precisión finita.

## 3. Solución numérica de ecuaciones no lineales (2 Semanas).

### 3.1 Método de Bisección

Aplicar el método de *Bisección* para aproximar la solución de una ecuación.

### 3.2 Método de Punto Fijo.

Aplicar el método del *Punto Fijo* para aproximar la solución de una ecuación.

### 3.3 Método de Newton-Raphson y Secante.

Aplicar los métodos de *Newton-Raphson* y *Secante* para aproximar la solución de una ecuación.

### 3.4 Aceleración de convergencia: método de Steffensen\*.

## 4. Métodos directos para la solución numérica de sistemas de ecuaciones lineales (2.5 Semanas).

### 4.1 Eliminación Gaussiana y Factorización LU.

Usar MATLAB para resolver sistemas de ecuaciones lineales utilizando los *métodos directos*: Eliminación Gaussiana y Factorización LU. Esto implica la programación e implementación de estos métodos en MATLAB.

### 4.2 Factorización de Cholesky\*.

Definir y estudiar la factorización de Cholesky. Programar e implementar este método en MATLAB

### 4.3 Matrices tridiagonales: Algoritmo de Thomas\*.

### 4.4 Transformaciones de Householder y factorización QR.

Aplicar las transformaciones de Householder para encontrar la factorización QR. Programar e implementar en MATLAB.

## Parcial I

5. Métodos iterativos para la solución numérica de sistemas de ecuaciones lineales (**1.5 Semanas**).
  - 5.1 **Normas de vectores y matrices.**

Definiciones y cálculo de Norma de vectores y Norma matricial. Al igual que la programación de estas utilizando MATLAB.
  - 5.2 **Jacobi, Gauss-Seidel y métodos de relajación.**

Aplicar los métodos iterativos: (*Jacobi, Gauss-Seidel y Relajación*) para la solución numérica de sistemas de ecuaciones lineales. Estudiar los criterios de parada usando el *error relativo, error absoluto*, y su programación e implementación en MATLAB.
  - 5.3 **Métodos Iterativos tipo Richardson: Gradiente y Gradiente Precondicionado\*.**

Aplicar los conceptos del método iterativo de (*Richardson*) y su programación e implementación en MATLAB.
6. Aproximación de curvas mediante polinomios y segmentos de polinomios (**2.5 Semanas**).
  - 6.1 **Interpolación de Lagrange, método de Newton.**

Aplicar los métodos iterativos de (*Lagrange y Newton*), cota de error para el polinomio, y su programación e implementación en MATLAB.
  - 6.2 **Método de Neville\*.**

Aplicar los conceptos del método iterativo de (*Neville*) y su programación e implementación en MATLAB.
  - 6.3 **Interpolación de Hermite\*.**

Aplicar los conceptos del método iterativo de (*Hermite*), cota de error para el polinomio, y su programación e implementación en MATLAB.
  - 6.4 **Interpolación cúbica segmentaria.**

Aplicar los conceptos del método iterativo de (*Interpolación Cúbica*), estimado de error para el polinomio, y su programación e implementación en MATLAB.
  - 6.5 **Interpolación paramétrica\*.**

Aplicar los conceptos del método iterativo de (*Interpolación Paramétrica*), y su programación e implementación en MATLAB.

## Parcial II

7. Diferenciación e Integración numérica (**2.5 Semanas**).
  - 7.1 **Diferenciación numérica, fórmulas de 3 y 5 puntos de Newton.**

Aplicar los conceptos de diferencias finitas de (*Newton*) para la aproximación de soluciones de ecuaciones diferenciales ordinarias y derivadas parciales. Al igual que su programación e implementación en MATLAB.

#### 7.2 Extrapolación de Richardson.

Aplicar los conceptos de la extrapolación de (*Richardson*), y su programación e implementación en MATLAB.

#### 7.3 Métodos básicos de integración numérica: punto medio, regla del rectángulo, trapecio, Simpson.

Aplicar los conceptos de integración numérica (*Regla del Trapecio, Regla de Simpson*) y su programación e implementación en MATLAB.

#### 7.4 Cuadraturas Gaussianas\*.

#### 7.5 Integración numérica compuesta.

Aplicar los conceptos de integración numérica (*Regla Compuesta del Trapecio, Regla Compuesta de Simpson*) y su programación e implementación en MATLAB.

#### 7.6 Integración de Romberg.

Aplicar los conceptos del método iterativo de (*Romberg*), estimado de error para el polinomio, y su programación e implementación en MATLAB.

### 8. Métodos numéricos para problemas de valor inicial (3 Semanas).

#### 8.1 Métodos de Taylor de orden superior.

#### 8.2 Métodos Euler, Euler Modificado y Runge-Kutta.

Aplicar los conceptos de *Euler, Euler Modificado, y Runge-Kutta (de orden 2, 3, 4)* y su programación e implementación en MATLAB.

#### 8.3 Interpolación de las soluciones.

#### 8.4 Fórmulas multi-paso. Métodos de Adams-Moulton y Adams-Bashforth.

Aplicar *Fórmulas multi-paso* y métodos iterativos *Adams-Moulton, y Adams-Bashforth (de m-pasos)*. Programar en MATLAB.

#### 8.5 Predictor-Corrector.

Aplicar los conceptos de los métodos iterativos (*Predictor-Corrector*) y su programación e implementación en MATLAB.

### Parcial III

**NOTA:** Los temas marcados con \* no serán vistos en clase y corresponderán a tareas a realizar por los estudiantes.

## 5. Evaluación

Se realizarán tres exámenes parciales, tradicionales escritos, en el que el estudiante deberá resolver preguntas teóricas y prácticas de la materia vista en clase. Estos exámenes tienen un valor de 20 % cada uno (60 % en total). Un 10 % corresponde a la nota destinada a la realización de exámenes cortos programados (5 % cada uno). Un 15 % corresponde a la realización de un examen programado donde el estudiante pondrá en práctica los conocimientos aprendidos en las horas de laboratorio. Por último, 15 % corresponde a la nota destinada a quices y tareas asignadas por el docente del curso.

**Reporte de la nota final:** Para efectos de promoción rigen los siguientes criterios, los cuales se refieren a la nota de aprovechamiento NA del curso, expresada en una escala de 0 a 10, redondeada, en enteros y fracciones de media unidad, según el reglamento vigente:

- Si  $NA > 6.75$  el estudiante gana el curso con calificación NA redondeada a la media más próxima, los casos intermedios como 7.25 se redondean hacia arriba, es decir, 7.5.
- Si  $5.75 < NA < 6.75$ , el estudiante tiene derecho a realizar el examen de ampliación, en el cual se debe obtener una nota superior o igual a 7 para aprobar el curso con nota 7, en caso contrario su nota será 6.0 o 6.5, la más cercana a NA.
- Si  $NA < 5.75$  pierde el curso.

La calificación final del curso se notifica a la Oficina de Registro e Información, en la escala de cero a diez, en enteros y fracciones de media unidad.

## 6. Cronograma

A continuación se muestra el cronograma de los temas a evaluar por semana en las lecciones teóricas. Las lecciones de laboratorio se desarrollan en secuencia con el contenido visto en el transcurso de la semana.

Semana	Fecha	Contenido y actividades
1	13-17 Agosto	1.1, 1.2 y 1.3
2	20-24 Agosto	2.1, 2.2, 2.3 y 2.4
3	27-31 Agosto	3.1 y 3.2
4	3-7 Setiembre	3.2 y 3.3
5	10-14 Setiembre	4.1 - I Examen Corto
6	17-21 Setiembre	4.1 y 4.4
7	24-28 Setiembre	4.4 y 5.1
8	1 - 5 Octubre	5.1 y 5.2 - I Parcial
9	8-12 Octubre	6.1
10	15-19 Octubre	6.4 - II Examen Corto
11	22-26 Octubre	6.4 y 7.1
12	29 Octubre - 2 Noviembre	7.2 y 7.3 - II Parcial
13	5-9 Noviembre	7.5 y 7.6
14	12-16 Noviembre	8.1 y 8.2
15	19-23 Noviembre	8.2 y 8.4
16	26-30 Noviembre	8.5 - Examen de Laboratorio
17	3-7 Diciembre	III Parcial
18	10-14 Diciembre	Ampliación

## 7. Calendario de exámenes

Examen	Tipo	Fecha
I parcial Reposición	Teórico-Práctico	Miércoles 3 Octubre 17.00 Miércoles 10 Octubre 13.00
II parcial Reposición	Teórico-Práctico	Miércoles 31 Octubre 17.00 Miércoles 7 Noviembre 13.00
Laboratorio	Programación	Semana del 26 al 30 Noviembre en horas de clase
III parcial Reposición	Teórico-Práctico	Miércoles 5 Diciembre 8.00 Viernes 7 Diciembre 8.00
Ampliación	Teórico-Práctico-Lab.	Jueves 13 Diciembre 08.00
Suficiencia	Teórico-Práctico-Lab.	Miércoles 12 Setiembre 08:30

**Uso de calculadoras:** Solamente se permitirán calculadoras científicas básicas o de menor potencia, es decir, no está permitido el uso de calculadoras programables.

**Disposiciones para la realización de las evaluaciones:** Los exámenes son de cátedra y su resolución es en forma individual. No está permitido que el estudiante utilice su celular o cualquier otro medio de comunicación electrónico durante las pruebas, éste se debe guardar. Cualquier intento de copiar en el examen será sancionado de acuerdo con lo que estipula el reglamento correspondiente. El estudiante debe presentarse puntualmente el día del examen en el aula que fue asignada a su grupo y expuesta en la pizarra de MA 1006. No se permiten los cambios de grupo, todo estudiante debe realizar las evaluaciones en el grupo en que está matriculado. Además, el estudiante debe traer un cuadernillo de examen y bolígrafo de tinta azul o negra, no se permitirán hojas sueltas. También es indispensable portar algún tipo de identificación (cédula, licencia de conducir o carnet universitario con foto) de lo contrario no podrá efectuar la prueba.

**Exámenes de reposición:** Aquellos estudiantes con ausencia justificada a un examen de cátedra tales como enfermedades (con justificación médica), o choques de exámenes (con constancia del Sr. coordinador respectivo), o casos de giras (reportados por escrito) y con el visto bueno del órgano responsable, podrán realizar el examen de reposición, siempre que llenen la boleta de justificación (se pide en la secretaría de la Escuela de Matemática), adjunten la respectiva constancia y la depositen en el casillero del profesor Esteban Segura, coordinador de MA-1006, en los cinco días hábiles siguientes después de realizada la prueba y enviar un email a [ma1006ucr@gmail.com](mailto:ma1006ucr@gmail.com), indicando la situación. También se debe entregar personalmente a su profesor una copia de la solicitud con el fin de llevar un control cruzado.

**Calificación de exámenes:** El profesor debe entregar a los alumnos los exámenes calificados y sus resultados, a más tardar 10 días hábiles después de haberlos efectuados, de lo contrario, el estudiante podrá presentar reclamo ante la dirección. La pérdida comprobada de un examen por parte del profesor da derecho al estudiante a una nota equivalente al promedio de sus calificaciones, o a criterio del estudiante, a repetir el examen. El estudiante tendrá derecho a reclamar ante el profesor lo que considere mal evaluado del examen, en los tres días hábiles posteriores a la finalización del plazo señalado en el inciso anterior. En el caso extremo de no ponerse de acuerdo el profesor y el estudiante en cuanto a la calificación, éste último podrá apelar ante el Director de La Unidad Académica en los tres días hábiles siguientes, aportando una solicitud escrita razonada y las pruebas del caso. El Director de la Unidad Académica, con asesoría de la Comisión de Evaluación y Orientación, emitirá su resolución escrita a más tardar siete días hábiles después de recibida la apelación.

**Reglamento de Régimen Académico Estudiantil:** Es importante tener presente el Reglamento Estudiantil y sus normas. En especial al **Artículo 3<sup>o</sup>**, referente a las pruebas de reposición. En el mencionado documento pueden encontrar las normas detalladas del Régimen Académico.

[http://www.cu.ucr.ac.cr/normativ/regimen\\_academico\\_estudiantil.pdf](http://www.cu.ucr.ac.cr/normativ/regimen_academico_estudiantil.pdf)

El estudiante está requerido estudiar un número de horas independientes por cada crédito. Como dice en la normativa: *“Crédito es una unidad valorativa del trabajo del estudiante, que equivale a tres horas reloj semanales de trabajo del mismo, durante 15 semanas, aplicadas a una actividad que ha sido supervisada, evaluada y aprobada por el profesor”*. Aquí le brindamos información útil sobre el significado de crédito y el trabajo del estudiante respecto al curso. [http://www.cu.ucr.ac.cr/normativ/definicion\\_credito.pdf](http://www.cu.ucr.ac.cr/normativ/definicion_credito.pdf)



**Programa apoyo al estudiante:** La sección del CASE desarrolla un programa de apoyo al estudiante. Secciones de trabajo que son atendidas por estudiantes aventajados de las diversas disciplinas y que han aprobado los cursos con notas altas. Esos espacios de ayuda se programan para los días miércoles, durante todo el día, en el aula 102 FM y se extienden durante todo el semestre. Si usted considera que necesita ayuda con la materia del curso MA-1006, entonces contactar al coordinador para hacer el trámite respectivo.

## 8. Profesores de la Cátedra

Deseándoles el mayor de los éxitos en este curso, se despiden,

### **Profesor Oscar Salas Huertas**

Grupo 1. Horario: L: 17-18:50 Aula 102 IN y J: 16-18:50 Aula Lab. Cómputo 2 IN.

**Horas de consulta:** L: 16-17, J: 15-16

Oficina: 256 ECCI, correo electrónico: oscar.salashuertas@ucr.ac.cr

### **Profesor César Vargas Trejos**

Grupo 2. Horario: K: 18-17:50 Aula Lab. Cómputo 2 IN, V: 16-18:50 Aula Lab. Cómputo 2 IN.

**Horas de consulta:** L: 8-9, J: 7-9, V: 3-5

Oficina: L,J 411FM; V 322 CIMPA , correo electrónico: cesar.vargastrejos@gmail.com

### **Profesor Esteban Segura Ugalde (Coordinador)**

Oficina: Ciudad de Investigación, CIMPA Oficina #6, correo electrónico: ma1006ucr@gmail.com

Las comunicaciones oficiales de la cátedra se harán mediante la pizarra ubicada al lado sur del segundo piso de la Escuela de Matemática.

## 9. Referencias bibliográficas

El curso se basará principalmente en las notas compiladas por el profesor. Otro material destacado es el siguiente:

1. Blum E. K., *Numerical analysis and computation theory and practice*. Addison-Wesley, 1972.
2. Burden, R. & Faires, D., *Numerical Analysis*, Thomson Learning, 2002.
3. Catmull, E & Rom, R., *A class of local interpolating Splines*. En *Computer Aided Geometric Design*, Academic Press, 1974.
4. Ralston A., *Introducción al análisis numérico*. Limusa, 1978.
5. Sheid, F., *Análisis Numérico*. Serie Shaum, McGraw Hill, 1968.